

(19)日本国特許庁 (I P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-312407

(43)公開日 平成8年(1996)11月26日

(51)Int.Cl*	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 02 D 41/04	3 0 5		F 02 D 41/04	3 0 5 J
45/00	3 6 2		45/00	3 6 2 B
	3 6 8			3 6 8 S
F 02 P 5/152			F 02 P 5/15	D
5/153				

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 13 頁)

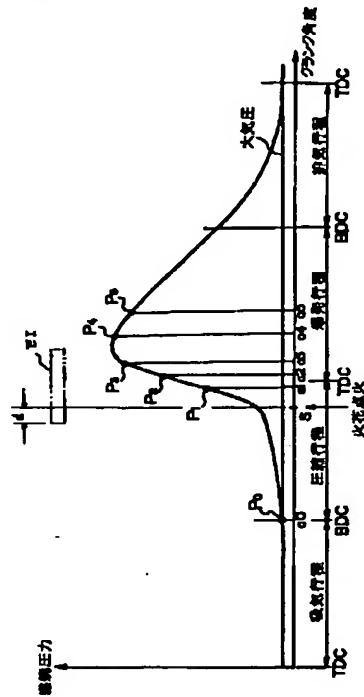
(21)出願番号	特願平7-118389	(71)出願人	000010076 ヤマハ発動機株式会社 静岡県勢田市新貝2500番地
(22)出願日	平成7年(1995)5月17日	(72)発明者	中村 健久 静岡県勢田市新貝2500番地 ヤマハ発動機 株式会社内
		(72)発明者	前橋 新生 静岡県勢田市新貝2500番地 ヤマハ発動機 株式会社内
		(72)発明者	松尾 典孝 静岡県勢田市新貝2500番地 ヤマハ発動機 株式会社内
		(74)代理人	弁理士 荒井 潤 (外1名)

(54)【発明の名称】 エンジンの運転状態計測方法および制御方法および装置

(57)【要約】

【目的】 制御パラメータとして燃焼割合を用いてエンジンの運転状態を制御することにより安定したエンジン回転が得られる運転状態計測方法を提供する。

【構成】 排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角 α_0 と、上死点近傍でかつ上死点前のクランク角 α_1 と、上死点または上死点近傍でかつ上死点後のクランク角 $\alpha_2 \sim \alpha_5$ における燃焼室圧力 $P_0 \sim P_5$ を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づいて燃焼割合を算出する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づき、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合を算出するエンジンの運転状態計測方法。

【請求項2】 請求項1の方法で算出した前記燃焼割合に基づいてエンジンの運転状態を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項3】 エンジン回転数検出手段、クランク角度検出手段および燃焼室圧検出手段を含む運転状態検出手段と、各検出手段からの情報に基づいて点火時期および燃料噴射の制御量を算出する演算プログラムとを有し、この演算プログラムは、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力のデータに基づいて、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合を算出するルーチンを含むことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項4】 排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づき、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合と、図示平均圧力あるいは軸トルクを算出し、上記燃焼割合及び、図示平均圧力あるいは軸トルクのエンジン出力により運転状態を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項5】 エンジン回転数検出手段、クランク角度検出手段および燃焼室圧検出手段を含む運転状態検出手段と、各検出手段からの情報に基づいて点火時期および燃料噴射の制御量を算出する演算プログラムとを有し、この演算プログラムは、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づき、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合を算出するとともに、図示平均圧力あるいは軸トルクを算出し、上記燃焼割合及び、図示平均圧力あるいは軸トルクのエンジン出力により運転状態を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項6】 前記エンジンは燃焼室内の混合気を火花により点火させるようにした火花点火式エンジンであって、前記排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角以降且つ、前記上死点より前あるいは後の上死点近傍のクランク角より前の所定のクランク角におい

2

て、点火させようとしたことを特徴とする請求項1のエンジンの運転状態計測方法。

【請求項7】 前記エンジンは燃焼室内の混合気を火花により点火させるようにした火花点火式エンジンであって、前記排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角以降且つ、前記上死点あるいは上死点近傍のクランク角より前の所定のクランク角において、点火させようとしたことを特徴とする請求項2あるいは請求項4のエンジンの制御方法。

10 【請求項8】 前記エンジンは燃焼室内の混合気を火花により点火させるようにした火花点火式エンジンであって、前記排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角以降且つ、前記上死点あるいは上死点近傍のクランク角より前の所定のクランク角において、点火させようとしたことを特徴とする請求項3あるいは請求項5のエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は内燃機関（エンジン）の運転状態制御方法に関し、特に制御演算の基になる制御パラメータとして燃焼割合を算出する方法に関するものである。本発明は、自動車やモータサイクルのエンジンおよび船外機等の船舶用エンジンその他の内燃機関に対し適用可能であり、2サイクルおよび4サイクルのガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンに対し適用可能であり、また、燃料噴射式エンジンおよび化油器を用いたエンジンに対しても適用可能である。

【0002】

【従来の技術】 エンジンの燃費や排気ガス対策のために燃料の希薄化やEGR（排気ガス再循環）を行う場合、燃焼の悪化が伴う。このとき燃焼は不安定となってばらつき、出力変動が大きくなつて運転性（ドライブアビリティ）の低下となる。これに対処するため、エンジンの軸トルクあるいはこれに対応したPMI（図示平均有効圧力）を算出しこれに基づいて空燃比やEGR量等を制御する技術が知られている。このような従来技術に係るトルク変動制御装置が特開平4-214947号公報に開示されている。この公報記載の制御装置においては、所定の検出タイミングで各気筒の燃焼圧力を検出し、この検出値に基づいて軸トルクを算出している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図示平均圧力に基づき出力が最大になるように空燃比やEGR（排気ガス再循環）量を制御すると、燃焼速度が早くなり過ぎ排気エミッション中のNO_x量が増加する場合や安定した燃焼状態が得られず回転変動する場合がある等、排気エミッションの少ない燃焼あるいは安定した燃焼を達成するためには、必ずしも適切ではない問題がある。

50 【0004】 本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなさ

3

れたものであって、エンジン制御に適切な制御パラメータとなる運転状態計測方法の提供と、計測方法により求められる制御パラメータを使ったエンジン制御方法の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、請求項1に係る発明では、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始ま前のクランク角とにおける燃焼圧力を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づき、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合を算出するエンジンの運転状態計測方法を提供する。

【0006】さらに本発明では、請求項1の方法で算出した前記燃焼割合に基づいてエンジンの運転状態を制御することを特徴とするエンジンの制御方法を提供する。

【0007】請求項3に係る発明では、エンジン回転数検出手段、クランク角度検出手段および燃焼室圧検出手段を含む運転状態検出手段と、各検出手段からの情報に基づいて点火時期および燃料噴射の制御量を算出する演算プログラムとを有し、この演算プログラムは、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力のデータに基づいて、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合を算出するルーチンを含むことを特徴とするエンジンの制御装置を提供する。

【0008】請求項4に係る発明では、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づき、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合と、図示平均圧力あるいは軸トルクを算出し、上記燃焼割合及び、図示平均圧力あるいは軸トルクのエンジン出力により運転状態を制御することを特徴とするエンジンの制御方法を提供する。

【0009】さらに請求項5に係る発明では、エンジン回転数検出手段、クランク角度検出手段および燃焼室圧検出手段を含む運転状態検出手段と、各検出手段からの情報に基づいて点火時期および燃料噴射の制御量を算出する演算プログラムとを有し、この演算プログラムは、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とにおける燃焼圧力を検出し、これらの燃焼室圧力データに基づき、上死点あるいは上死点近傍の所定のクランク角までの燃焼割合を算出するとともに、図示平均圧力あるいは軸トルクを算出し、上記燃焼割合及び、図示平均圧力あるいは軸トルクのエンジン出力により運転状態を制御す

4

ることを特徴とするエンジンの制御方法を提供する。

【0010】さらに請求項6に係る発明では、前記エンジンは燃焼室内の混合気を火花により点火させるようにした火花点火式エンジンであって、前記排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角以降且つ、前記上死点より前あるいは後の上死点近傍のクランク角より前の所定のクランク角において、点火させるようにしたことを特徴とする請求項1のエンジンの運転状態計測方法を提供する。

【0011】さらに請求項7に係る発明では、前記エンジンは燃焼室内の混合気を火花により点火させるようにした火花点火式エンジンであって、前記排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角以降且つ、前記上死点あるいは上死点近傍のクランク角より前の所定のクランク角において、点火させるようにしたことを特徴とする請求項2あるいは請求項4のエンジンの制御方法を提供する。

【0012】さらに請求項8に係る発明では、前記エンジンは燃焼室内の混合気を火花により点火させるようにした火花点火式エンジンであって、前記排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角以降且つ、前記上死点あるいは上死点近傍のクランク角より前の所定のクランク角において、点火させるようにしたことを特徴とする請求項3あるいは請求項5のエンジンの制御装置を提供する。

【0013】

【作用】本願発明者等は、上死点あるいは上死点近傍の所定クランク角までの燃焼割合が燃焼変動への影響が大きいことを発見するとともに、燃焼室圧力の計測から燃焼割合を正確に算出する2通りの方法を見出した。燃焼割合とは燃焼1サイクルで燃焼する燃料に対するあるクランク角度までに燃焼した燃料の割合をいう。この燃焼割合の計算方法について、1つの方法は、燃焼1サイクル中の所定の複数点での燃焼室圧力データを使い一次近似式により求める方法であり、もう1つはサンプリングした熱発生量を熱力学的な式で計算して所定のクランク角(例えば上死点)までの燃焼割合を求める方法である。両方の方法とも真の値に非常に近い計算結果が得られた。この場合、燃焼室圧力のデータは、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前後のクランク角とにおける燃焼室圧力を検出して求める。この場合、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角とは、燃焼室の圧力が最も低下して大気圧に近づいた状態の範囲内でのクランク角であり、例えば下死点またはその近傍である。即ち、4サイクルエンジンでは、爆発後の下死点からの排気行程により燃焼室の燃焼ガスが排出され上死点に近づくに従って燃焼室の圧力が低下し大気圧に近づく。

く。上死点後の吸入行程では新氣導入のため大気圧に近づく。

50

い状態が維持され、下死点後の圧縮行程から徐々に圧力が高められる。このような燃焼室の圧力が低下して大気圧に近づいた範囲の内1点での燃焼室の圧力が検出される。一方、2サイクルエンジンでは、爆発後ピストンが下がるとともに圧力が低下し排気口が開くとこれに従って燃焼室の圧力がさらに低下し、掃気口が開くとクランク室から新気が導入されるため大気圧に近づく。排気口が開いた状態で下死点からピストンが上昇し掃気口が閉じ続いていると、圧縮が始り圧力が徐々に高まる。即ち、請求項にいう排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間とは、排気口が開いて排気開始後に排気口が開いた状態で掃気口が開いて吸気が開始されてから、排気口が閉じて圧縮が開始されるまでの間をいう。

【0014】圧縮後上死点前あるいは後に火花点火が行われる。この火花点火となる上死点あるいは上死点近*

$$\text{燃焼割合 } q_x = b + b_1 * (p_1 - p_0) + b_2 * (p_2 - p_0) + \dots + b_n * (p_n - p_0)$$

$$\text{図示平均有効圧力 } p_{mi} = c + c_1 * (p_1 - p_0) + c_2 * (p_2 - p_0) + \dots + c_n * (p_n - p_0)$$

で表される。上式から分かるように、 q_x は圧力データ $P_1 \sim P_n$ に対し各々基準圧力 p_0 を引いたものに $b_1 \sim b_n$ のあらかじめ設定された定数を掛けたものとあらかじめ設定された定数 b を加えたもので表される。同様 p_{mi} も圧力データ $p_1 \sim p_n$ に対し各々基準圧力 p_0 を引いたものに $c_1 \sim c_n$ の予め設定された定数を掛けたものと予め設定された定数 c を加えたもので表わされる。ここで p_0 は大気圧レベルの点（前述の例えれば BDC 近傍のクランク角度）の燃焼室圧力であり、センサーのドリフト等によるオフセット電圧を補正するために $P_1 \sim P_n$ の各圧力値から引いてある。また P_1 は、上死点あるいは上死点近傍のクランク角における燃焼室圧力、 P_n は上死点後かつ排気行程の始まる前のクランク角における燃焼室圧力である。 $P_2 \sim P_{n-1}$ は上死点あるいは上死点近傍のクランク角か、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角である。このような※

$$\text{熱発生量 } Q_x = A * R / (\kappa - 1) * (\kappa + 1) / 2 * \Delta P * \Delta V + \kappa * (P - P_0) * \Delta V + V * \Delta P$$

として求めることができる。

【0018】また、所定圧力測定点までの燃焼割合は、燃焼がほぼ終了したときのクランク角を圧力測定点として選定し、点火時に近いクランク角を同様に圧力測定点として選定し、その間に測定された各圧力測定点の間ご★40

$$\begin{aligned} \text{燃焼割合 } q_x &= \text{任意のクランク角度までに燃えた熱量} / \text{全ての熱量} \times 100 \% \\ &= (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 100 \end{aligned}$$

である。

【0019】以上のような計算方法により、所定の複数のクランク角における燃焼室圧力を計測し、そのデータに基づいて所定クランク角までの燃焼割合を正確に算出することができる。この燃焼割合を用いてエンジンを制御することにより、安定した出力及びエンジン回転が得られる。この燃焼割合の算出に用いた燃焼圧力のデータ☆50

* 傍のクランク角時に燃焼室の圧力が検出される。さらに遅れて上死点且つ排気行程の始まる前に好ましくは複数の点で燃焼室の圧力が検出される。ディーゼルエンジンでは圧縮後上死点前あるいは上死点後燃焼室内への燃料の噴射が開始され、少し遅れて自然着火により燃焼が始まる。

【0015】すなわち、ディーゼルエンジンでは上死点あるいは上死点近傍のクランク角とは、自然着火が始まることのクランク角よりさらに所定量後のクランク角を言う。

10 【0016】このような排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とを含む燃焼1サイクル中の少くとも3点（例えば6点）のクランク角度における燃焼室圧力を検出し一次近似式より燃焼割合及び図示平均有効圧力を演算する。この近似式は

※簡単な一次近似式による演算により短時間で着火後の所定のクランク角までの燃焼割合が正確に実際の値とほぼ同じ値が算出される。従って、このような燃焼割合を用いてエンジンの点火時期や空燃比を制御することにより、燃焼によるエネルギーを効率よく取り出すことができるとともに、応答性が高められ、希薄燃焼のEGR制御を行う場合等に的確に運転状態に追従して出力変動を抑えることができる。又、燃焼が急激に進行することによるNOxの発生を防止できる。

【0017】2番目の q_x 算出方法において、2つの圧力測定点（クランク角度）間に発生した熱量は、両圧力測定点における差圧を ΔP 、燃焼室容積差を ΔV 、2つの測定点内の前側の圧力値及び燃焼室容積値を P 及び V 、Aは熱等量、Kは比熱比、Rは平均ガス定数、 P_0 はBDCでの圧力値とすると、

★ ことに上記熱発生量 Q_x の演算をしたものと総和したもので、最初の圧力測定点から、所定の圧力測定点（所定のクランク角）までの間にについて上記 Q_x の演算をしたものを総和したもの、を割ったものである。即ち、

☆を使って前述のように図示平均有効圧力を同時に正確に算出することができる。この燃焼割合および図示平均有効圧力の両方によりエンジンを制御することにより安定したエンジン回転あるいは出力を得ることができ、燃費を向上させるとともに高いエンジン出力を得ることができる。

【0020】

【実施例】図1は本発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。このエンジンはクランクケース2とその上部のシリング本体3とシリングヘッド4により構成される。シリング本体3内にはピストン7が連接棒8を介して摺動可能に装着され、連接棒8はクランク軸9に連結される。クランク軸9には所定の歯数を有するリングギヤ10が装着され、このリングギヤの回転位置を検出してクランク角及びエンジン回転数を計測するためのエンジン回転数センサーを兼ねるクランク角センサー11が備る。シリングヘッド4とピストン7との間には燃焼室13が形成される。この燃焼室13内の燃焼圧力を検出するための燃焼室圧センサー5がシリングヘッド側に設けられる。シリングヘッド4およびシリング本体3の適当な位置に冷却水ジャケット6が形成される。燃焼室13には排気通路15および吸気通路16が連通しその開口部に排気弁17および吸気弁18がそれぞれ設けられる。排気通路15の途中には排気ガス浄化用三元触媒等の触媒23が設けられ端部にはマフラー24が設けられる。排気通路15には酸素濃度センサー(O2センサー)25および排気管温度センサー120が設けられそれぞれ制御装置12に連結される。

【0021】シリングヘッド4には温度センサー26が装着され燃焼室13の温度情報を制御装置12に送られる。また、触媒23には制御装置12に連結された触媒温度センサー150が設けられる。制御装置12にはさらにエンジンのキイスイッチ43が接続されエンジン駆動制御の開始情報を得る。

【0022】一方、吸気管16は吸気分配管28を介して各気筒に連結される。吸気分配管28には吸気管圧力センサー32が装着され吸気管圧力情報を制御装置12に送られる。この吸気分配管28と排気通路15とを連結してEGR管152が設けられる。このEGR管152上に制御装置12に連結されたEGR調整弁151が設けられる。吸気分配管28には吸気通路33を介してエアクリーナー35が接続される。このエアクリーナー35には吸入空気温度センサー36が設けられ、吸入空気温度情報を制御装置12に送られる。吸気管33の中にはスロットル弁29が装着された吸気量調整器30が配置される。スロットル弁29にはスロットル開度センサー31が設けられ、このスロットル開度センサー31は制御装置12に連結される。この吸気量調整器30部分の吸気通路33にはスロットル弁迂回通路37が設けられ、この迂回通路37上に迂回通路開度調整弁38が設けられる。迂回通路開度調整弁38は制御装置12に連結される。吸気通路33内には、熱線式吸入空気量センサー34が設けられ、吸入空気量情報を制御装置12に送られる。

【0023】吸気通路16の吸気弁18の上流側に各気筒の吸気ポートごとにインジェクター105が設けられ

る。インジェクター105は制御装置12に連結され、運転状態に応じて演算された最適噴射量の制御信号が送られる。各インジェクター105には各気筒に連結する燃料管101aを介して燃料が送られる。燃料管101aは燃料分配管104から分岐し、この燃料分配管104には燃料タンク100から燃料供給管101を通してフィルタ102を介し燃料ポンプ103により燃料が送られる。インジェクター105から噴射されなかった燃料は燃料戻り管107を通して燃料タンク100に回収される。燃料戻り管107上にはレギュレータ106が設けられ、燃料噴射圧力を一定に保つ。

【0024】図2は上記4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。横軸はクランク角度、縦軸は燃焼圧力を示す。本実施例では、クランク角度が図示したa0～a5の6点における燃焼圧力P0～P5を検出してこれらの圧力値に基づいてPMI(図示平均有効圧力)および燃焼割合を算出する。a0は吸入から圧縮に移る下死点位置(BDC)であり、ほぼ大気圧に近い状態である。a1はSにおいて火花点火後、上死点(TDC)に達する前のクランク角である。a2～a5の4点は上死点後の爆発行程におけるクランク角である。これら各点の圧力データに基づいて後述のようにPMIおよび燃焼割合が算出される。

【0025】なお、火花点火の実施されないディーゼルエンジンの場合にはE1のように、上死点近傍において燃焼が噴射される。噴射開始後dのクランク角に相当する時間遅れて自然着火する。自然着火のクランク角がSとなる。

【0026】図3は、本発明に係る軸トルクおよび燃焼割合の演算処理を含むエンジンの各種運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。以下各ステップを説明する。

【0027】ステップS1：エンジン運転中にエンジン停止のためのメインスイッチがOFFされたかを判断し、YESならば直ちに点火装置を失火させ、同時に燃料噴射を停止する。NOならば次のステップS2に進む。

【0028】ステップS2：各センサより図中に示した情報を読み取りそのデータを各メモリに記憶させる。運転者が望むいわゆるエンジン負荷はアクセル位置あるいはスロットル開度として把握できる。このスロットル開度とエンジン回転数が決れば、定常運転時の場合吸入空気量が決るので吸入空気量を直接検知してエンジン負荷とみなすことができる。また、吸気管負圧はエンジン回転数が決れば、スロットル開度と一定の関係があるので、吸気管負圧を検知してエンジン負荷とみなすことができる。

【0029】ステップS3：エンジン負荷であるアクセル位置あるいはスロットル開度(いわゆるエンジン負荷情報である吸入空気量、吸気管負圧でもよい)とエンジ

ン回転数の2つの変数に対応する点火時期データ、空燃比あるいは燃料噴射量データ、燃料噴射開始時期データ、EGR調整弁開度データがメモリに3次元マップとして記憶されており、エンジン負荷情報とスロットル開度情報とにより点火時期と燃料噴射量を直接マップから、それぞれを制御量基本値として算出する。空燃比データを3次元マップとして持つ場合は、検知される吸入空気量と空燃比データから燃料噴射量を算出する。

【0030】目標燃焼割合も、いわゆるエンジン負荷とエンジン回転数を変数とする3次元マップとして記憶されており、目標燃焼割合もマップから算出される。

【0031】後述の2サイクルエンジン(図5、図6)においては、排気通路弁もエンジン負荷とエンジン回転数の2つを変数としてメモリに3次元マップとして記憶されており、エンジン負荷情報とエンジン回転数情報に基づきマップから算出する。また排気タイミング(圧縮比)可変弁開度はエンジン回転数を変数としてメモリに2次元マップとして記憶されており、エンジン回転数情報に基づきマップから算出する。

【0032】ステップS4: 吸入空気温度が高いと空気密度が低くなるので、実質的空気流量が減る。このため燃焼室での空燃比が低くなる。このため燃料噴射量を減らすための補正量を算出する。あるいは燃焼が遅れ気味となるので、僅かに点火時期を進角させるための補正値を算出する。

【0033】また、以下のように図示平均有効圧の変動補正を行う。変動値サブルーチン(図4)中の ΔP_{mi} の値から、変動量が所定量より大きい場合、燃料噴射量を増量あるいはEGR量を減量するための補正値を各々算出する。これは燃料噴射量を増量する程あるいはEGR量を減量する程出力変動が低下するからである。しかし、燃料噴射量を増量したり燃費が悪化したりEGR量を減量すると燃焼温度が上りNOx生成量が増加し排ガス特性が悪化するので、図示平均有効圧の絶対値によるフィードバック制御を行ってもよい。この図示平均有効圧絶対値による燃料噴射量等の補正是以下のようにして行う。

【0034】燃焼室内圧情報から図示平均有効圧力を算出し、メモリに記憶するとともに、1つ前のメインルーチンの中で記憶された図示平均有効圧力と比較し、増加しているようならば図示平均有効圧力補正における点火時期、燃料噴射量あるいはEGR調整弁開度の各補正值は、メモリ中のその前の補正值に対し、メモリ中のその前の増あるいは減情報に基づき、所定値微増あるいは所定値微減したものとして得る。この結果をメモリ中の値と置き換える。

【0035】一方、1つ前のemainルーチンの中で記憶された図示平均有効圧力より減少しているようであれば、メモリ中のその前の増あるいは減情報を反転した減あるいは増情報に基づき、所定値微減あるいは所定値

増したものとして得る。この結果をメモリ中の値と置き換える。

【0036】また、変化していないならば、点火時期、燃料噴射量あるいはEGR調整弁開度の各補正值は、メモリ中のその前の補正值のままでする。

【0037】なお、メモリ中のその前の増あるいは減情報はエンジンスタート時に増あるいは減の一方を入力しておく。同様に、メモリ中の図示平均有効圧力はエンジンスタート時は0としておく。

10 【0038】続いて燃焼割合について説明する。クランク角がTDCとなるまでの燃焼割合が例えば25%~30%のときに燃焼が安定する。即ち、燃焼室内圧力データから算出された燃焼割合と上記ステップS3で算出される目標燃焼割合とを比較し、この差に基づき点火時期、燃料噴射量、燃料噴射タイミング、EGR調整弁開度、2サイクルエンジンでは排気タイミング可変弁、あるいは圧縮比可変弁、排気通路弁等の制御量補正值を設定する。

20 【0039】目標燃焼割合より燃焼割合が小さい程、点火時期を進角させ、燃料噴射タイミングを進角させ、燃料噴射量を増加させ、排気タイミングを進角させ、排気通路弁開度を小さくするように制御量補正を行う。

【0040】一方、目標燃焼割合より燃焼割合が大きい程、それぞれ逆方向の制御量補正を行う。低速時等、ディーゼルエンジンの場合は噴射時期が遅らされることに起因し、自然着火点が遅れるあるいはガソリンエンジンでは点火時期が遅らされる場合には、点火後の所定のクランク角例えば10°~30°における予め燃焼が安定することが確かめられている例えば20~30%の燃焼割合が目標燃焼割合としてデータがメモリされる。

30 【0041】排気管内壁温度が低い場合、排気ガスの温度も低くなる。壁温度が低くなると圧力波の伝播速度が遅くなり、排気管脈動を利用したエンジンの出力向上が困難なくなるので、温度が所定温度より低い程、点火時期を遅角させて、あるいは空燃比が所定以下(17~18以下)の場合には、空燃比を上げるように補正值を設定する。これらにより排気ガス温度を上げることができる。温度が所定温度より高い場合には、高い程逆に点火進角させあるいは空燃比を下げるよう補正值を設定する。空燃比の補正值から燃料噴射量の補正值を算出するか、補助空気通路開度の設定値を算出する。

40 【0042】2サイクルエンジンでは、温度が所定温度より低い程排気タイミング弁を排気タイミングが進角するように補正值を設定する。温度が所定温度より高い程、排気タイミングを遅角するように補正值を設定する。これにより、排気脈動反射波が一致させるべきタイミングをずらすことができるのみでなく、排気ガス温度も所定温度に合わせるように変化させられる。

50 【0043】次に、酸素濃度情報から燃焼室での空燃比を求め、メモリ中の空燃比(目標空燃比)より高い場

11

合、燃料噴射量を増量する補正值を算出する。

【0044】一方、メモリ中の空燃比（目標空燃比）より低い場合、燃料噴射量を減量するか、補助空気通路開度を大きくする。

【0045】触媒温度が所定温度（触媒最活性温度）より低い場合、排気ガス温度を上げる補正を行う。これは排気壁温の場合と同様に、点火時期、燃料噴射量の補正值の算出を行うか、場合によっては補助空気通路開度の設定を行う。あるいはEGR循環量を増加させるべくEGR調整弁開度を増加させる補正值を算出する。

【0046】ステップS5：上記ステップS3およびS4で求めた基本値と補正值により点火時期、空燃比および噴射開始時期についての制御量を算出する。

【0047】ステップS6：上記ステップS3で求めた燃料噴射開始時期の制御量とステップS5で求めた燃料噴射量の制御量から燃料噴射終了時期を求める。

【0048】ステップS7：以下に示すエンジンの以上運転状態があるかどうかを判別する。即ち、(イ)ステップS2で検知したエンジン回転数情報から過回転がないか？(ロ)ステップS2で検知したエンジン温度情報からオーバーヒートがないか？(ハ)ステップS2で検知したノック情報からノッキングがないか？(ニ)ステップS2で検知したオイル残量情報からオイルエンブティイがないか？を判別する。異常がある場合にはステップS8に進み、異常がないときにはステップS9に進む。

【0049】ステップS8：いずれかの異常がある場合には、所定の時間だけ点火時期の制御量を0とする。これにより、ある割合で失火するのでエンジン回転数が低下する。

【0050】ステップS9：異常なしの場合には、図4のサブルーチンで制御される毎回転サイクルごとの点火制御および燃料噴射制御のため、制御量の演算結果をメモリに入れる。

【0051】ステップS10：制御量に基づきEGR調整弁開度を設定する。

【0052】図4はエンジンの各気筒における燃焼サイクルごとに、メインルーチンに割込んであるいは独立に行われるサブルーチンのフローチャートである。ステップS11において、基準クランク角信号を取り込み、以降これを基準としてリングギヤの歯を検出してクランク角を取り込み続ける。一方クランク軸に装着したリングギヤの歯の通過時の正負のパルスを検知し、これに基づいてエンジン回転数を算出してこれをメモリに格納する。このメモリヤのデータはメインルーチンにて利用される。次にクランク角センサー11から読み取るクランク角が前述の6点のクランク角度（図2のa0～a5）と一致するごとに燃焼圧データを取り込みこのデータをメモリに格納する（ステップS12）。続いて、ステップS13において、メモリ中の制御量（メインルーチンのステップS9）に基づき、点火プラグおよびインジェクタ

50

12

を駆動して、クランク角センサー11から読み取るクランク角に基づき所定のタイミングで点火し、同様所定のタイミングで燃料噴射を開始し、同様所定のタイミングで燃料噴射を終了する。次にステップS14において、メモリ中の燃焼圧データから図示平均有効圧PMINを算出しさらに燃焼割合qXおよび熱発生量QXを算出し、各算出結果をメモリに格納する。

【0053】さらに前回のサイクルで演算した図示平均有効圧PMIN-1のデータを読み出し、今回のPMINとの差を求める。この差 $\Delta PMI = PMI - PMIN-1$ をメモリに格納するとともに、前回のデータPMIN-1を消去する。

【0054】PMIの算出は、前述のように燃焼1サイクル中の6点(a0～a5)のクランク角度における燃焼室圧力(P0～P5)を検出しこれを一次近似式よりPMIを演算する。この近似式は

$$PMI = C + C1*(P1-P0) + C2*(P2-P0) + \dots + C5*(P5-P0)$$

で表される。上式から分かるように、PMIは圧力データP1～P5に対しC1～C5のあらかじめ設定された定数を掛けたものとあらかじめ設定された定数Cを加えたもので表される。P0(BDCでの圧力データ)は前述のようにドリフト等センサーのオフセット出力補正用であり、クランク角のサンプリング角度はエンジン機種により異なりまたサンプル数は要求精度により異なる。TDC前かつ点火時期付近の圧力(P1)をサンプルし、計算に用いることによりPMIの計算精度を高めることができる。この計算において、BTDCでのサンプル(P1)への係数の符号はマイナスであり、ATDCでのサンプル(P2～P5)への係数の符号はプラスである。マイナスは負の仕事を示し、プラスは正の仕事を示す。

【0055】圧縮後上死点前あるいは後に火花点火が行われる。この火花点火後となる上死点あるいは上死点近傍のクランク角時に燃焼室内の圧力が検出される。さらに遅れて上死点且つ排気行程の始まる前に好ましくは複数の点で燃焼室内の圧力が検出される。ディーゼルエンジンでは圧縮後上死点前あるいは上死点後燃焼室内への燃料の噴射が開始され、少し遅れて自然着火により燃焼が始まる。

【0056】すなわち、ディーゼルエンジンでは上死点あるいは上死点近傍のクランク角とは、自然着火が始まるとクランク角よりさらに所定量後のクランク角を言う。

【0057】このような排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角と、上死点あるいは上死点近傍のクランク角と、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角とを含む燃焼1サイクル中の少くとも3点（例えば6点）のクランク角度における燃焼室圧力を検出しこれを一次近似式より燃焼割合及び図示平均有効圧力を演算する。この近似式は

13

$$\text{燃焼割合 } q_x = b + b_1 * (p_1 - p_0) + b_2 * (p_2 - p_0) + \dots + b_n * (p_n - p_0)$$

$$\text{図示平均有効圧力 } p_{mi} = c + c_1 * (p_1 - p_0) + c_2 * (p_2 - p_0) + \dots + c_n * (p_n - p_0)$$

で表される。上式から分かるように、 q_x は圧力データ $P_1 \sim P_n$ に対し各々基準圧力 p_0 を引いたものに $b_1 \sim b_n$ のあらかじめ設定された定数を掛けたものとあらかじめ設定された定数 a を加えたもので表される。同様 p_{mi} も圧力データ $p \sim p_n$ に対し各々基準圧力 P_0 を引いたものに $c_1 \sim c_n$ の予め設定された定数を掛けたものと予め設定された定数 a を加えたもので表わされる。ここで P_0 は大気圧レベルの点（前述のように例えば BDC 近傍のクランク角度）の燃焼室圧力であり、センサーのドリフト等によるオフセット電圧を補正するために $P_1 \sim P_n$ の各圧力値から引いてある。また P_1 は、上死点あるいは上死点近傍のクランク角における燃焼室圧力、 P_n は上死点後かつ排気行程の始まる前のクランク角における燃焼室圧力である。 $P_2 \sim P_{n-1}$ は上死点あるいは上死点近傍のクランク角か、上死点後且つ排気行程の始まる前のクランク角である。このような*

$$\text{熱発生量 } Q_x = A * R / (\kappa - 1) * (C\kappa + 1) / 2 * \Delta P * \Delta V + \kappa * (P - P_0) * \Delta V + V * \Delta P$$

として求めることができる。

【0059】また、所定圧力測定点までの燃焼割合は、燃焼がほぼ終了したときのクランク角を圧力測定点として選定し、点火時に近いクランク角を同様に圧力測定点として選定し、その間に測定された各圧力測定点の間ご※

燃焼割合 q_x

= 任意のクランク角度までに燃えた熱量 / 全ての熱量 × 100 (%)

$$= (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 100$$

である。

【0060】以上のような計算方法により、所定の複数のクランク角における燃焼室圧力を計測し、そのデータに基づいて所定クランク角までの燃焼割合を正確に算出することができる。この燃焼割合を用いてエンジンを制御することにより、安定した出力及びエンジン回転が得られる。この燃焼割合の算出に用いた燃焼圧力のデータを使って前述のように図示平均有効圧力を同時に正確に算出することができる。この燃焼割合および図示平均有効圧力の両方によりエンジンを制御することにより安定したエンジン回転あるいは出力を得ることができ、燃費を向上させるとともに高いエンジン出力を得ることができる。

【0061】本実施例としては $a_0 = BDC$, $a_1 = BTDC 15^\circ$, $a_2 = TDC$, $a_3 = ATDC 15^\circ$, $a_3 = ATDC 45^\circ$, $a_4 = ATDC 75^\circ$, $a_5 = ATDC 105^\circ$ とする。低負荷へ全負荷及び低速～高速の全運転域において固定する。

【0062】点火時期は負荷の変化に応じ、低負荷 10° 、中負荷 25° 、全負荷 5° と変化させる。これにより点火より a_1 が先行してしまう低負荷域、全負荷域では前記一次近似式において $c_1 * (p_1 - p_0)$ の項を削除して PMI を算出する。

14

* 簡単な一次近似式による演算により短時間で着火後の所定のクランク角までの燃焼割合が正確に実際の値とほぼ同じ値が算出される。従って、このような燃焼割合を用いてエンジンの点火時期や空燃比を制御することにより、燃焼によるエネルギーを効率よく取り出すことができるとともに、応答性が高められ、希薄燃焼の EGR 制御を行う場合等に的確に運転状態に追従して出力変動を抑えることができる。又、燃焼が急激に進行することによる NOx の発生を防止できる。

【0058】2番目の q_x 算出方法において、2つの圧力測定点（クランク角度）間に発生した熱量は、両圧力測定点における差圧を ΔP 、燃焼室容積差を ΔV 、2つの測定点の内の前側の圧力値及び燃焼室容積値を P 及び V 、A は熱等量、K は比熱比、R は平均ガス定数、 P_0 は BDC での圧力値とすると、

20 ※とに上記熱発生量 Q_x の演算をしたものと総和したもので、最初の圧力測定点から、所定の圧力測定点（所定のクランク角）までの間にについて上記 Q_x の演算をしたものを総和したもの、を割ったものである。即ち、

★ 【0063】この場合は $a_3 = ATDC 15^\circ$ までの燃焼割合を算出する。

30 【0064】あるいは $a_1' = BTDC 3^\circ$ に設定し、 $c \sim c_5$ の換りに $c' \sim c_5'$ の定数を使って PMI を算出しても良い。この場合全負荷域に渡って TDC までの燃焼割合を算出する。

【0065】ドリフト等によるオフセット出力補正用の圧力検出点 a_0 を除けば、BTDLにおいて一つの圧力検出点である a_1 のみにより正確な PMI を得ることができる。

【0066】なお、BTDC における検出点は 2～3 点でも良い。これにより、より正確に負の仕事を算出でき 40 結果としてより正確に PMI を算出できる。且つ検出点が多くない分クランク角検出用のリングギヤの歯のピッチを必要以上に小さくする必要がなくなり安価且つ精度の高いクランク角検出が可能となる。

【0067】なお、さらに負荷を低負荷、中負荷、全負荷に、エンジン回転数を低速、中速、高速に区分けし各々の組合せにより $a_0N \sim a_5N$, $c_0N \sim c_5N$ につき $N = 1 \sim 9$ の 9 種類のデータに基づき PMI を計測算出するようにも良い。

【0068】なお $b_0 \sim b_5$ についても $N = 1 \sim 9$ の 9 種類のデータに基づき q_x を算出するようにしても

★50

良い。

【0069】また、前述のように前回のサイクルのPM Iとの差 $\Delta PM I$ を求め、この差が運転パラメータによって設定される目標値付近になるように燃料噴射量、EGR量を制御する。燃料を減量またはEGR量を増加させることにより、燃費や排ガスの向上が見込まれるが、一方で燃焼が不安定になり、出力変動が大きくなつて運転性の悪化を招く。この両者の兼合すなわち運転性の許容値により $\Delta PM I$ の目標値が設定される。従来の制御では、空燃比やEGR量を予め設定した値に制御して出力変動を抑えていた。しかし、空燃比やEGR量が燃焼に与える影響は使用環境により異なり、設定にはかなりの安全率を確保する必要があった。本発明では、出力と等価なPM Iの変動を監視することにより、空燃比やEGRを出力変動の許容値限界まで操作することができるようになる。この場合、限界値に制御するために限界に達するに必要な操作量を把握していなければならない。そこで本発明では、 $\Delta PM I$ 変動の限界値を常に振動するように操作対象を操作する。

【0070】以上のように、本実施例では上死点前の圧力値にマイナス係数をかけ、上死点前の仕事を負の仕事をとして扱っている。これにより、吸気量の変化や燃焼が速く上死点前に燃焼が行われる場合でも対応ができ、幅広い運転域でPM I予測が可能となる。なお軸トルクはPM I、エンジン回転数及びピストン径その他のエンジン部品の寸法及び気筒数から算出される。

【0071】また、燃焼割合についても、毎サイクルごとに燃焼割合が計算され、あるクランク角における燃焼割合が運転パラメータによって決る目標燃焼割合と一致するように制御パラメータを操作する。実際の燃焼割合は、燃焼圧力から計算して得られ、この値をフィードバックして制御パラメータを操作し目標燃焼割合への合せ込みを行う。このような燃焼割合は着火時期と燃焼スピードによって決る。この着火時期は点火タイミングの操作で制御できる。また混合気の状態によっては、燃え易さが変化するから着火時期および燃焼スピードとともに変化する。

【0072】混合気が燃えにくくなる要因は、燃料が希薄であるとき、EGRをしているとき又は既燃ガスの筒内残留（自己EGR）があるとき、筒内温度が低いとき（始動時）、混合気の量が少ないと（低負荷時）、等である。これらの傾向を考えて、点火時期燃料量、EGR量等を補正することにより目標とする燃料割合に合わせ込むことができる。また、アクセル急開時に起こる希薄化現象も燃焼割合の遅れから観測することができ、即座に混合気を適正空燃比にすることができる。図5は本発明が適用される2サイクルエンジンの構成図である。図1の4サイクルエンジンと同様に、クランク軸241に連接棒246が連結されその先端のピストンとシリンダヘッドとの間に燃焼室248が形成される。クランク

軸に装着されたリングギヤのマークを検出して基準信号およびクランク角度を検出するためのエンジン回転数センサー267およびクランク角検出センサー258がクランクケースに備る。またクランクケースにはクランク室圧センサー210が備る。このクランク室には吸気マニホールドからリード弁228を介して混合気が送られる。吸気マニホールドにはスロットル弁204を介してエアクリーナ231から混合気が送られる。吸気マニホールドに連通するスロットル弁下流側の吸気通路に吸気管圧センサー211が装着される。スロットル弁204はスロットルブレーパー203を介してワイヤ205で連結されたグリップ206により操作される。グリップ206はステアリングハンドル207の端部に装着され、その根元部にアクセル位置センサー202が設けられる。212はスロットル開度センサーである。

【0073】シリンダには掃気ポート229が開口しピストンの所定位置で掃気通路252を介して燃焼室とクランク室とを連通させる。またシリンダには排気ポート254が開口し排気通路253が連通する。排気ポート254の近傍の排気通路壁に排気タイミング可変弁264が装着される。この可変弁264はサーボモータ等からなるアクチュエータ265により駆動され排気ポートの開口部位置を変更し排気のタイミングが調整される。この排気通路253を構成する排気管には排気管圧センサー213および排気管温度センサー223が設けられる。また、排気通路には排気通路弁281が備り、サーボモータ等からなるアクチュエータ282により駆動される。排気通路弁281は、低速域で較られ吹き抜けを防止して回転の安定性を図るものである。

【0074】シリンダヘッドにはノックセンサー201が取付けられ、また燃焼室内に臨んで点火プラグおよび燃焼室圧力センサー200が装着される。点火プラグは点火制御装置256に連結される。また、シリンダ側壁にはインジェクタ208が装着される。インジェクタ208には燃料デリバリ管209を介して燃料が送られる。

【0075】またシリンダブロックにはシリンダボアの排気ポート開口部よりシリンダヘッド寄りの部分および排気ポートの途中部分に連通孔278により連通する燃焼ガス室279が形成されている。この連通孔は、爆発行程において吹き抜けガスをほとんど含まない燃焼ガスが上記燃焼ガス室に導入されるように設定されている。この燃焼ガス室内には燃焼ガス中の酸素濃度を検出するO2センサー277が取付けられている。なお、燃焼ガス室への導入部、排気ポートへの排出部には不図示の逆止弁が配置され、それぞれ逆方向の流れを阻止する。

【0076】このようなエンジンはCPU271を有する制御装置257により駆動制御される。この制御装置257の入力側には、前述の燃焼室圧力センサー200、ノックセンサー201、アクセル位置センサー20

17

2、クランク室圧センサー210、吸気管圧センサー211、スロットル開度センサー212、排気管圧センサー213、クランク角検出センサー258、エンジン回転数センサー267、およびO2センサー277が接続される。また制御装置257の出力側には、インジェクタ208、排気タイミング調整弁用のアクチュエータ265、排気弁用のアクチュエータ282およびオイル供給装置(図示しない)等が連結される。

【0077】図6は、上記2サイクルエンジンの軸トルク計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の4サイクルエンジンと(図2)と同様の、燃焼室圧力のグラフである。前述のように、6点のクランク角度において燃焼室圧力データがサンプリングされる。図中Aの範囲内は排気ポートが開口しているクランク角領域であり、Bの範囲内は掃気ポートが開口しているクランク角領域である。各クランク角度(a0~a5)の採り方および計算方法は前述の4サイクルエンジンと実質上同じである。

【0078】但し、a0を4サイクルの場合より遅らせ例えばBTDC135°、a5を4サイクルの場合より進めればATDC90°等にするとより良い。

【0079】本発明の各実施例は吸気通路において気化路により燃料を供給するものでも採用可能である。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、上死点前の点火時期付近のエンジンの燃焼室圧力を含む圧力データから燃焼割合を算出しこれに基づいて点火時期、燃料噴射やEGRを制御しているため、燃焼によるエネルギーを効率よく取り出すことができ、入力(燃料)に対し出力(トルク)が高い効率で得られ、機関的にも安定した燃焼が得られる。

18

【0081】また、簡単で短時間に正確な制御量を算出することができ、応答性が向上するとともに、図示平均有効圧を演算してこの両者によりエンジンの運転状態を制御すれば、出力変動が起こり易いEGRを行う場合であっても、空燃比の高い希薄燃焼においてエンジンの出力変動を抑え、燃焼状態や運転状態に応じて適切な点火時期制御および空燃比制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用される4サイクルエンジンの構成図である。

【図2】 図1のエンジンの燃焼室圧力のグラフである。

【図3】 本発明に係るエンジン制御のメインルーチンのフローチャートである。

【図4】 本発明に係るエンジン制御のサブルーチンのフローチャートである。

【図5】 本発明が適用される2サイクルエンジンの構成図である。

【図6】 図5のエンジンの燃焼室圧力のグラフである。

【符号の説明】

2 : クランク室

3 : シリング本体

4 : シリングヘッド

7 : ピストン

9 : クランク軸

25 : O2センサー

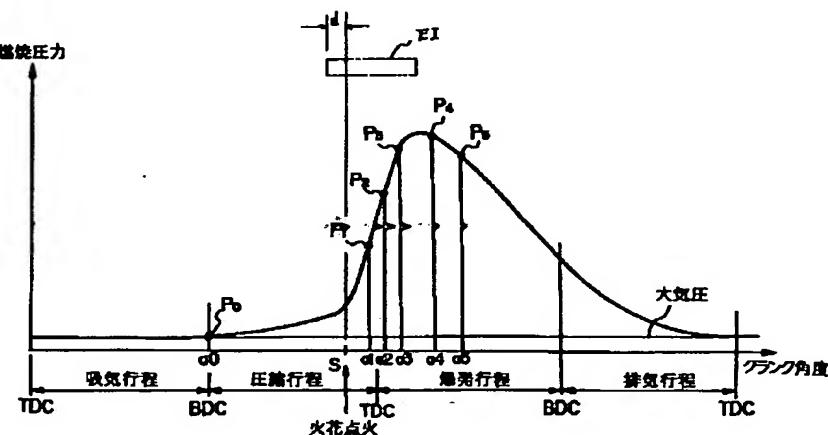
31 : スロットル開度センサー

32 : 吸気管圧センサー

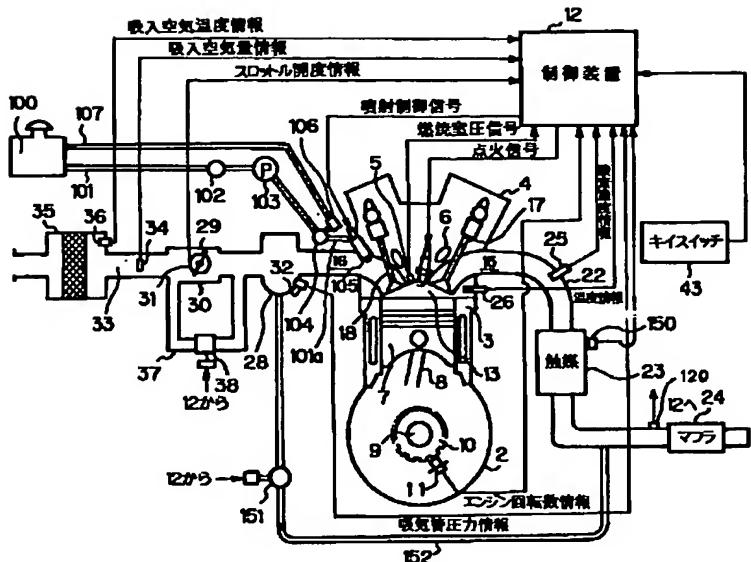
34 : 吸入空気量センサー

150 : 燃料温度センサー

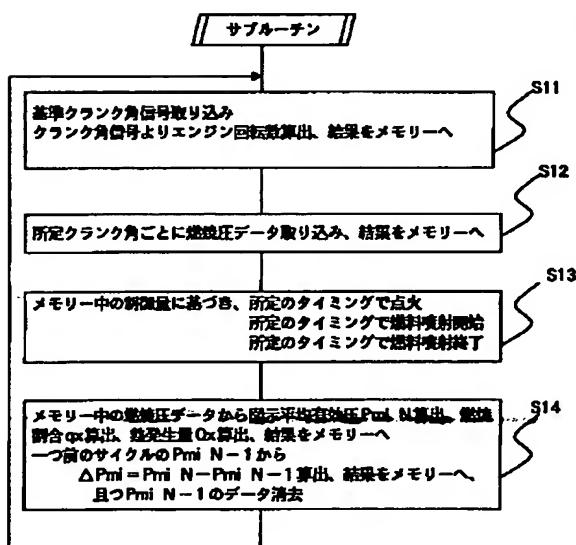
【図2】



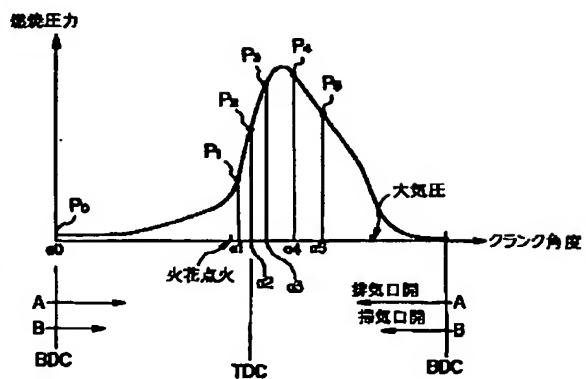
【図1】



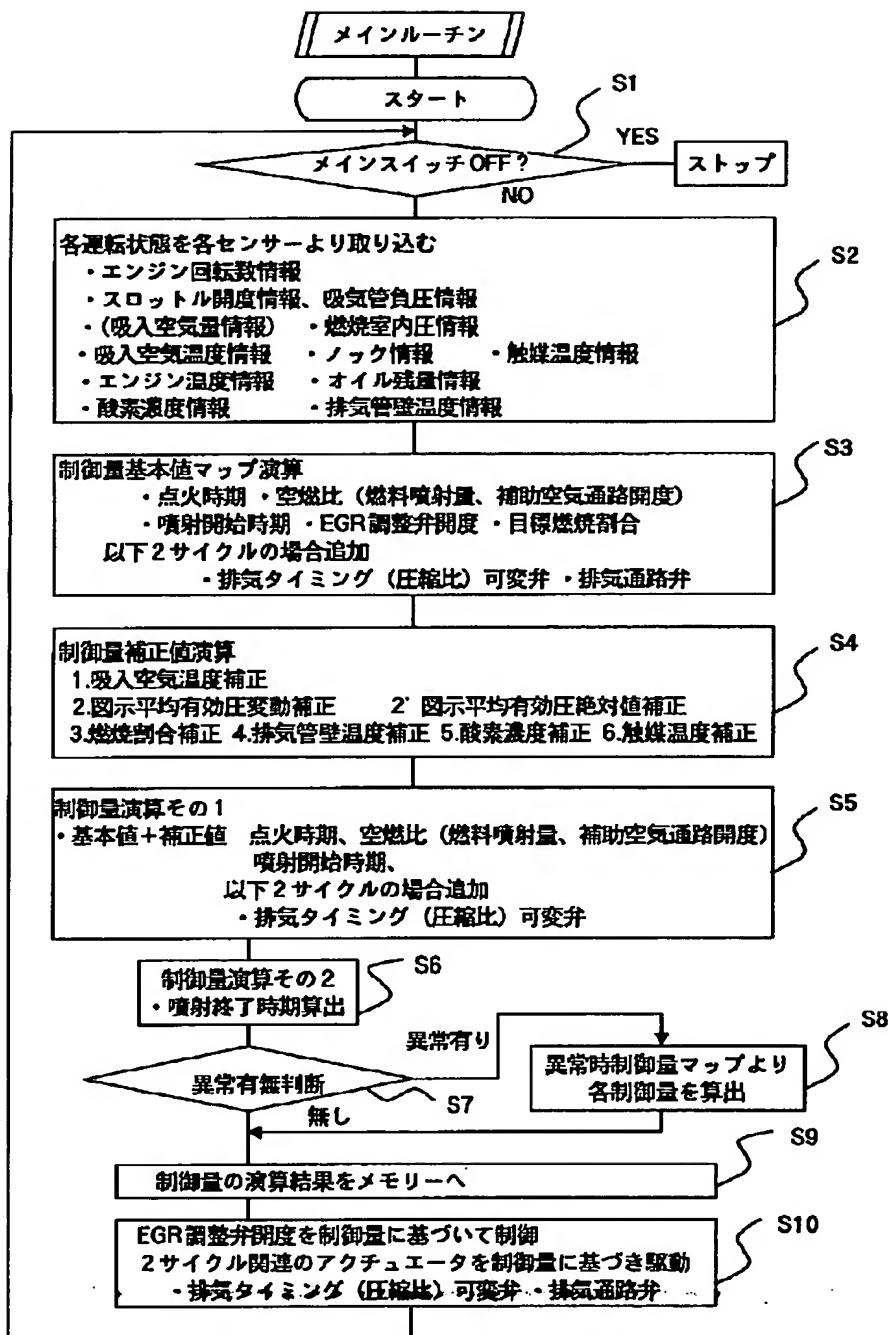
【図4】



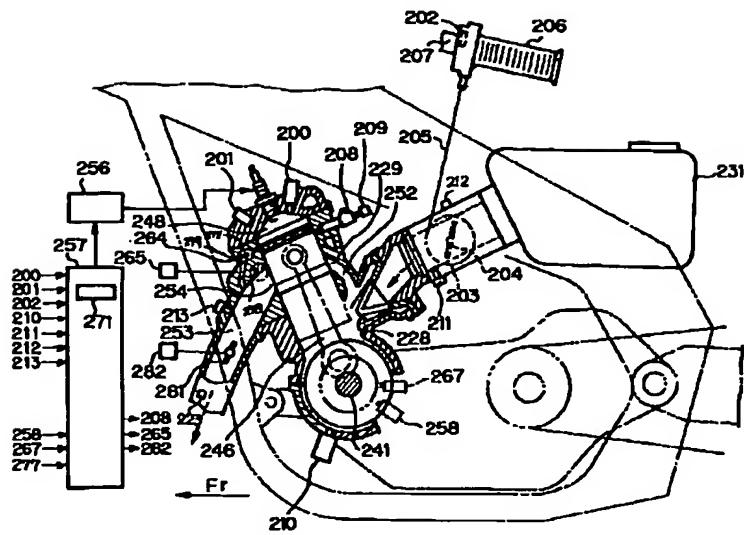
【図6】



【図3】



【図5】



PAT-NO: JP408312407A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08312407 A

TITLE: METHOD FOR MEASURING AND CONTROLLING
OPERATIONAL STATUS OF ENGINE, AND EQUIPMENT THEREFOR

PUBN-DATE: November 26, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAMURA, TSUNEHISA
MAEHASHI, KOSEI
MATSUO, NORITAKA

INT-CL (IPC): F02D041/04, F02D045/00 , F02D045/00 , F02P005/152 ,
F02P005/153

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain stable engine rotation by controlling the operational status of an engine by using combustion rate up to a predetermined crank angle at the top dead center or near the top dead center by calculating the combustion rate based on combustion chamber pressure data.

CONSTITUTION: A piston 7 is mounted via a connecting rod 8 in a cylinder body 3. The connecting rod 8 is connected to a crank shaft 9. A ring gear 10 is mounted on the crank shaft 9. A crank angle sensor 11 is provided to measure a crank angle and engine speed by detecting the rotating position of the ring gear 10. Combustion pressure at the crank angle is detected to calculate combustion rate up to a predetermined crank angle at the top dead center or near the top dead center based on these combustion chamber pressure data. the operational status of an engine is controlled based on the calculated combustion rate. Thus, energy owing to combustion is efficiently produced to obtain output to input with high efficiency.

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PURPOSE: To obtain stable engine rotation by controlling the operational status of an engine by using combustion rate up to a predetermined crank angle at the top dead center or near the top dead center by calculating the combustion rate based on combustion chamber pressure data.

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: A piston 7 is mounted via a connecting rod 8 in a cylinder body 3. The connecting rod 8 is connected to a crank shaft 9. A ring gear 10 is mounted on the crank shaft 9. A crank angle sensor 11 is provided to measure a crank angle and engine speed by detecting the rotating position of the ring gear 10. Combustion pressure at the crank angle is detected to calculate combustion rate up to a predetermined crank angle at the top dead center or near the top dead center based on these combustion chamber pressure data. The operational status of an engine is controlled based on the calculated combustion rate. Thus, energy owing to combustion is efficiently produced to obtain output to input with high efficiency.